

# 哈尔滨工业大学（深圳）2025 年春季学期

## 信号分析与处理试题（A）

考试时间：2025 年 6 月 13 日 10:30-12:30，满分 100 分，闭卷考试，可以使用计算器。

免责声明：本试卷为离开考场后的回忆版，不存在任何违反考试纪律的行为。

试卷回忆者：Gaster

### 第一题 选择题（每题 2 分，共 10 分）

1. 下列说法正确的是（ ）

A. 一般周期信号是功率信号

B. 一般时限非周期信号是能量信号

C.  $u(t)$  是功率信号

D.  $e^t$  是能量信号

2. 下列说法正确的是（ ）

A. 两个相同的离散序列的数字角频率一定相同。

B. 因果序列的单边  $Z$  变换和双边  $Z$  变换相同。

C. 时域无限信号经傅里叶变换后得到的频域是有限的。

D. 系统是有界输入有界输出（BIBO）稳定，则一定是渐进稳定的。

3. 离散非周期序列的频谱是（ ）

A. 离散的，周期的

B. 离散的，非周期的

C. 连续的，周期的

D. 连续的，非周期的

4. 下列卷积错误的是（ ）

A.  $2x_1(t - t_0) * x_2(t + t_0) = x_1(t) * 2x_2(t)$

B.  $\frac{d}{dt}[x_1(t) * x_2(t)] = \frac{d}{dt}x_1(t) * \frac{d}{dt}x_2(t)$

C.  $x(t) * \delta'(t - 1) = x'(t - 1)$

D.  $x(t - 1) * \delta(t - 1) = x(t - 2)$

5.  $f(t)$  的周期为  $T$ ，则  $f(t) - f(t + 2.5T)$  的傅里叶级数中一定不含有（ ）

A. 奇次谐波

B. 偶次谐波

C. 正弦级数

D. 余弦级数

### 第二题 填空题（每题 2 分，共 10 分）

1.  $x(n) = \{0.5, 1, 1, 0.5\}$ ，求  $x(n)$  和  $x(n - 1)$  的 6 点圆周卷积为\_\_\_\_\_。

2. 已知  $f(t)$  的最高频率为 2kHz，求  $f(2t - 4)$  的奈奎斯特频率\_\_\_\_\_。

3. 已知 LTI 系统的阶跃响应  $c(t) = 2e^{-2t}u(t) + \delta(t)$ , 求输入  $f(t) = 3e^{-t}u(t)$  的输出  $y(t) =$ \_\_\_\_\_。

4. 以  $T = 0.25$  的采样频率对  $f(t) = 4 \cos \pi t$  采样得到离散序列, 求其对应的幅度谱  $|X(k\Omega_0)| =$ \_\_\_\_\_。

5. 系统的幅度平方函数  $|H(\omega)|^2 = \frac{k^2(4-\omega^2)}{((3+j\omega)^2+1)((3-j\omega)^2+1)}$ , 则对应的最小相位系统的系统函数  $H(s) =$ \_\_\_\_\_。

### 第三题 计算分析题 (10 分)

1. 信号  $x(t) = \sum_{k=0}^5 (0.5)^k \sin(k\pi t)$ , 以  $T = 0.25$  的采样间隔对  $x(t)$  采样, 得到离散序列, 求  $x(t)$  的频谱函数  $X(\omega)$ 。(5 分)

2. 判断此采样是否发生混叠, 并说明理由。(5 分)

#### 第四题 计算分析题（10 分）

1. 已知序列  $x(n) = \cos(\frac{\pi}{3}n) + \sin(\frac{\pi}{2}n) + \sin(\frac{\pi}{6}n + \frac{2\pi}{5})$ ，判断序列是否是周期性序列？若是，求出周期；若不是，说明理由。（5 分）
2. 画出 4 点序列按时间抽取的基 2FFT 算法的输出按自然时间排序的蝶形图，简要说明当序列长度  $N$  增加时对计算复杂度的影响。（5 分）

#### 第五题 计算题（20 分）

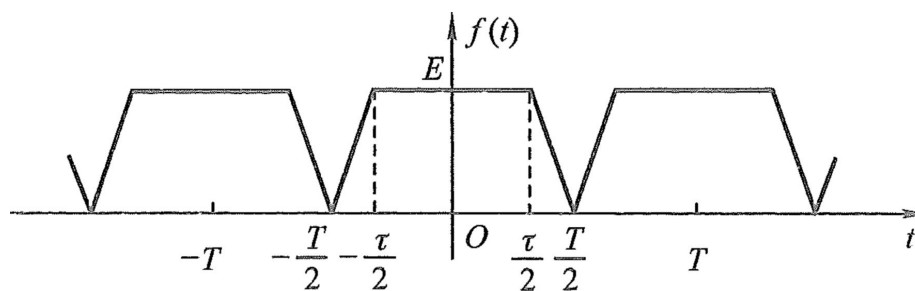
1. 连续 LTI 系统  $y''(t) + y'(t) + y(t) = x'(t) + x(t)$ ，求系统单位冲激响应。（10 分）
2. 滤波器的设计，已知通带截止频率  $\omega_c = 1\text{rad/s}$ ，性能指标和工程实际相同，且在频率  $\omega_s = 5\text{rad/s}$  时的幅频衰减不小于 35dB，根据所给的阶数计算公式和归一化巴特沃斯多项式表，求巴特沃斯滤波器的系统函数，画出系统函数极点图并写出所有极点。（10 分）

$$n \geq \frac{\log \sqrt{10^{0.1\alpha_s} - 1}}{\log \frac{\omega_s}{\omega_c}}$$

$n$	巴特沃思多项式
1	$\bar{s} + 1$
2	$\bar{s}^2 + \sqrt{2} \bar{s} + 1$
3	$\bar{s}^3 + 2\bar{s}^2 + 2\bar{s} + 1$
4	$\bar{s}^4 + 2.613\bar{s}^3 + 3.414\bar{s}^2 + 2.613\bar{s} + 1$
5	$\bar{s}^5 + 3.236\bar{s}^4 + 5.236\bar{s}^3 + 5.236\bar{s}^2 + 3.236\bar{s} + 1$
6	$\bar{s}^6 + 3.864\bar{s}^5 + 7.464\bar{s}^4 + 9.142\bar{s}^3 + 7.464\bar{s}^2 + 3.864\bar{s} + 1$
7	$\bar{s}^7 + 4.494\bar{s}^6 + 10.098\bar{s}^5 + 14.592\bar{s}^4 + 14.592\bar{s}^3 + 10.098\bar{s}^2 + 4.494\bar{s} + 1$
8	$\bar{s}^8 + 5.153\bar{s}^7 + 13.137\bar{s}^6 + 21.846\bar{s}^5 + 25.688\bar{s}^4 + 21.846\bar{s}^3 + 13.137\bar{s}^2 + 5.153\bar{s} + 1$

### 第六题 计算题 (20 分)

周期梯形信号 $f(t)$ 波形图<sup>[1]</sup>如下:



1. 求 $f(t)$ 复指数形式的傅里叶系数, 写出 $F_n$ 和级数的表达式。(14 分)
2. 求 $f(t)$ 的频谱 $F(\omega)$ 。(6 分)

<sup>[1]</sup> 试卷中该题的 $\tau = \frac{T}{2}$

**第七题 计算题（20 分）** 系统的单位冲击响应 $h(n) = \begin{cases} 1 & (n = 0) \\ -1 & (n = 1) \end{cases}$

1.已知系统零输入响应 $y_1(t) = (0.2)^n u(n)$ ，输入信号 $f(t) = (0.8)^n u(n)$ ，求系统的输出 $y(t)$ 的表达式。（5 分）

2.用矩阵形式求 $X(k) = \text{DFT}[h(n) + 2h(n - 2)]$ 。（10 分）

3.根据第二问用矩阵形式求  $\text{IDFT}[X(k)]$ 。（5 分）